

## ACUUT VOCHTBELEID BIJ POSTTRAUMATISCHE SHOCK <sup>1</sup>

T.P. CASTELEIN <sup>2</sup>, M.B. SABBE <sup>2, 3</sup>

### Inleiding

Kristalloïden (isotone zoutoplossingen) werden tijdens de Eerste Wereldoorlog veelvuldig gebruikt. Tijdens de Tweede Wereldoorlog nam het gebruik van colloïden onder de vorm van albumine een exponentiële vorm aan. Snel prehospitaaltransport, agressief vochtbeleid en vroege chirurgie werden vanuit de militaire geneeskunde in de algemene traumaopvang overgenomen. In 1977 benadrukte de „Advanced Trauma Life Support” het agressief vochtbeleid waarbij de normalisatie van de hemodynamiek vóór aanvang van een heelkundige ingreep een opzet was, met een gedaalde incidentie van vroegtijdige mortaliteit door bloedverlies en laat-tijdige morbiditeit door multiorgaanfalen (1). Echter, in 1918 toonden Cannon et al. reeds aan dat een herstel van de normotensie bij een traumatische shock de bloeding kan doen toenemen (2). In 1969 wezen Wangenstein et al. erop dat een grote volumetoediening van kristalloïden schadelijk kan zijn indien onmiddellijke chirurgische hemostase niet mogelijk is (3).

### Soort en hoeveelheid vochtherstel: een blijvende discussie

In de jaren vijftig en zestig werd bij dierenstudies het model van de *gecontroleerde bloeding*, het zogenaamde Wiggers-model, aangewend. Hierbij werd de bloeding gestopt vooraleer sub-

### Samenvatting

In afwachting van een snelle heelkundige aanpak is vochtherstel een essentieel onderdeel van de behandeling van de traumapatiënt. Er is echter nog steeds geen overeenstemming over het optimale vochtbeleid, meer bepaald over soort, hoeveelheid en na te streven eindpunten.

Van zodra de bloeding onder controle is, is het herstel van de normovolemie een prioriteit. Bij een ongecontroleerde bloeding kan een agressief vochtbeleid nefast zijn.

De keuze tussen kristalloïden en colloïden is in het initiële stadium eerder secundair, zolang een aangepast volume wordt toegediend om voldoende perfusie te vrijwaren.

Bloedsupplementen in de vorm van hemoglobineoplossingen verkeren nog steeds in een experimentele fase, maar kunnen in de toekomst wellicht de routinebehandeling voor de traumapatiënt vormen.

stitutievloeistof toe te dienen. Het waren deze experimenten die de vroegtijdige normalisatie van de bloeddruk bij hypovolemische shock definieerden. In dit model van gecontroleerde bloeding wordt bloedverlies uitgelokt via een geïmplanteerde arteriële canule. Zodra een niveau van hypotensie is bereikt, wordt de canule afgesloten. Met dit model toonde Shires in 1964 de grootste overleving met agressief vochtbeleid onder de vorm van kristalloïden en bloedtoediening aan. Meer recentelijk hebben dierenstudies met het model van *ongecontroleerde bloeding* aangetoond dat een agressief vochtbeleid de bloeddruk wel verhoogt maar verschillende nadelige effecten heeft: opheffen van de vasoconstrictie,

<sup>1</sup> Voordracht ter gelegenheid van het symposium „Post-traumatische shock en multiorgaanfalen”, georganiseerd door de Raad van Heelkunde, U.Z. Leuven (voorzitter: prof. dr. P. Broos).

<sup>2</sup> Dienst Urgentiegeneeskunde, Universitaire Ziekenhuizen Leuven.

<sup>3</sup> Correspondentieadres: prof. dr. M.B. Sabbe, Dienst Urgentiegeneeskunde, Universitaire Ziekenhuizen Leuven, Herestraat 49, 3000 Leuven.

dislocatie van de vroegtijdige trombus, ontstaan van coagulopathie en ten slotte verhoogd bloedverlies. In dit model van ongecontroleerde bloeding wordt een arteriële bloeding veroorzaakt door een chirurgische arteriotomie terwijl vocht herstel gebeurt, en géén poging wordt ondernomen om de bloeding chirurgisch te corrigeren. Dit model leunt dicht aan bij de klinische realiteit. Sinds 1988 zijn verschillende publicaties verschenen in verband met wat men definieert als zogenaamd minimaal vochtherstel en permissieve hypotensie.

De vergelijking tussen modellen van gecontroleerde en ongecontroleerde bloeding tonen tegengestelde resultaten. In gecontroleerde hemorragische shock bevestigt Bickel in 1989 de bevinding van Wiggers dat agressief vochtbeleid de laagste mortaliteit heeft (4).

In het model van de ongecontroleerde bloeding echter vertoonden dieren waarbij geen vochtherstel werd gestart de beste resultaten. De laagste outcome werd aangetoond bij gebruik van hypertone zouten (HS) en hypertone zouten in colloïdoplossing (HSD). In dit model toonden Rabinovici et al. een verdubbeling van het bloedverlies bij het gebruik van hypertone zouten (5). Gelijkaardige bevindingen bij het gebruik van grote volumes kristalloïden toonden een drievoudig bloedverlies in vergelijking met niet-vloeistofgeresciteerde dieren (6). In 1993 toonden Stern et al. in bijna-fatale modellen van ongecontroleerde bloeding dat het beste resultaat werd bereikt bij dieren met minimaal vochtherstel en een gemiddelde bloeddruk van 40 mmHg (7).

In 1996 ontwikkelden Vollmar et al. een nieuw model van hemorragische shock waarbij een chirurgische leverbloeding werd aangewend (8). Dit model diende als *middenweg* tussen de twee extreme modellen van gecontroleerde en ongecontroleerde bloeding. De laagste mortaliteit werd aangetoond bij herstel met HSD niettegenstaande een groter bloedverlies dan bij herstel met kristalloïden.

Vanuit de *klinische praktijk* kennen we een aantal condities van een ongecontroleerde bloeding: traumatische aortaruptuur, majeure hemothorax, penetrerend thoraxtrauma, hemo-peritoneum en bekkenfractuur, evenals bloedingen van niet-traumatische aard zoals extra-uteriene zwangerschap, postpartale bloeding, rupturerend abdominaal aneurysma en gastro-intestinale bloeding. Agressief vochtbeleid kan

in al deze situaties leiden tot verhoogde hydrostatische druk, hypothermie en coagulopathie met verhoogd bloedverlies tot gevolg.

Martin et al. publiceerden een studie van 300 traumapatiënten met een hypotensie (systolische bloeddruk < 90 mmHg) ten gevolge van een penetrerend thoraxtrauma (9). Een eerste groep kreeg een standaardvolumeherstel en een tweede groep minimale vochttoediening alvorens indicatie van narcose in de operatiezaal. Hoewel statistisch niet significant, vertoonde de tweede groep een overleving van 69%, dus 13% hoger dan de eerste groep. Alle verwikkelingen verbonden aan shock zoals nierfalen, „adult respiratory-distress syndrome” (ARDS), coagulopathie, sepsis en multiorgaanfalen traden vaker op bij de eerste groep. Niettegenstaande het ontbreken van een statistische significantie zijn deze gegevens van permissieve hypotensie toch voldoende om de bestaande richtlijnen omtrent het noodzakelijk herstel van de hemodynamiek met grote volumes vóór chirurgische hemostase in vraag te stellen.

In een prospectieve gecontroleerde studie door Bickel et al. kreeg een eerste groep patiënten met penetrerend thoraxtrauma en prehospitaalhypotensie (systolische bloeddruk < 90 mmHg) een standaardvochtherstel (10). Een tweede groep werd opgelijnd, maar kreeg géén vocht tot aankomst in de operatiezaal. Van de 289 patiënten behorende tot deze tweede groep was de overleving tot ziekenhuisontslag 70%. In de eerste groep bedroeg deze 62%. Wel dient vermeld dat de gemiddelde leeftijd 31 jaar bedroeg en de prehospitaaltijd zeer kort was: het gemiddelde interval tussen oproep en aankomst in het traumacentrum was 30 minuten, wat uiteraard een extrapolatie uitsluit naar stomp thoraxtrauma, oudere patiënten met chronische ziekten, lange prehospitaaltijden en craniocerebraal trauma (CCT). Eveneens ging het hier om een specifiek prehospitaalsysteem en slechts 1 traumacentrum. In geval van hemorragische shock met CCT zal zelfs een zeer korte periode van hypotensie de mortaliteit en morbiditeit ernstig verhogen (11). Hier dient dan ook een systolische bloeddruk boven 100 mmHg te worden nagestreefd, wat uiteraard permissieve hypotensie en minimaal vochtherstel uitsluit.

Veel gegevens komen uit studies van militaire slachtoffers. De trauma's en pathologie verschillen sterk van burgerslachtoffers. Binnen de studies zijn tot nog toe patiëntenpopulatie en aard van trauma zeer heterogeen en zijn de gegevens relatief beperkt. Er zijn geen prospectieve

TABEL 1  
*Fysicochemische eigenschappen van kristalloïden  
en hypertoon zout.*

Crystalloïd	Osmolaliteit (mosmol/l)	Natrium (mmol/l)	Chloride (mmol/l)
NaCl 0,9%	308	150	150
Hartmann®	280	130	109
Plasmalyth®	294	140	98
Glucose 5%	253	0	0
NaCl 7,5%	2400	1250	1250

gerandomiseerde studies die een verschil in overleving als primair eindpunt aantonen wat betreft de keuze tussen kristalloïden en colloïden. Discussie blijft dus bestaan en we moeten voorzichtig zijn met het trekken van conclusies.

### Welke vloeistoffen?

#### Kristalloïden

Kristalloïden zijn oplossingen van kleine ionische en non-ionische partikels. Als voornaamste kennen we NaCl 0,9%, Hartmann® (Ringerlactaat), Plasmalyth® en glucose 5% (tabel 1).

De meeste kristalloïden zijn isotoon met plasma en bevatten geen grote oncotische partikels waardoor ze vrij doorheen het microvasculaire membraan passeren. Bijgevolg zullen ze zich snel over de extracellulaire ruimte (ECR) verdelen. Ongeveer 75% van het geïnfundeerde volume zal zich binnen de 20 minuten in het interstitium verspreiden en 25% zal in de intravasculaire ruimte blijven. Bijgevolg dient 2 liter kristalloïd een acuut bloedverlies van 500 ml te vervangen. Hypotone kristalloïden zoals glucose 5% met dus een lagere natriumconcentratie dan plasma, zullen zich snel in de intracellulaire ruimte verspreiden. Als herstelvloeistof zijn ze dus ondoeltreffend.

Bij hemorragische shock treedt een significante afname van het circulerend bloedvolume op. Een fysiologisch gevolg is een daling van de capillaire hydrostatische druk terwijl de oncotische druk behouden wordt. Er ontstaat bijgevolg een netto waterflow vanuit de interstitiële naar de intravasculaire ruimte. Voorstanders van kristalloïden pleiten ervoor dat dit waterverlies best vervangen wordt door kristalloïden aangezien deze zich onmiddellijk over de hele ECR verspreiden, zijnde intravasculair en interstitieel.

#### Colloïden

Colloïden bevatten macromoleculen die een oncotische druk (COD) over het microvasculaire membraan uitoefenen. De duur van intravasculaire retentie hangt af van vorm, ionisatie en voornamelijk van het gemiddeld molecuulgewicht (MG) (tabel 2). Deze duur is bepalend voor de latere bloedtransfusie, wat voornamelijk van belang is bij patiënten met risico tot overvulling.

De voornaamste colloïden zijn de natuurlijke colloïden zoals albumine (SOPP), dextranen en de semi-synthetische waaronder gelatines en zetmelen.

#### Gelatines

Ze worden gemaakt van rundercollageen, hebben een gemiddeld MG van 35.000 kDa en oefenen een COD van 30 mmHg uit. Ongeveer 80% van de moleculen wordt snel door de nieren uitgescheiden. De intravasculaire retentie is relatief kort: 2 tot 3 uren. Op basis van studies over aangetoonde anafylactoïde reacties bedraagt de vermoedelijke incidentie 0,345%, hetgeen relatief hoog is. Daarom is het gebruik van gelatineoplossingen door de Food and Drug Administration (FDA) reeds in 1978 geschrapt (tabel 3). In de VS worden zij aldus niet meer gebruikt. Het gebruik in Europa ligt echter hoog. Ze zijn relatief goedkoop in vergelijking

TABEL 2  
*Moleculair gewicht van colloïden in kDa.*

Albumine	70
Gelatine	35
Dextraan 70	70
Hydroxyethyl starch (450/ 0,7)	450
Hydroxyethyl starch (450/ 0,5)	200

TABEL 3  
*Incidentie van anafylactoïde reacties (32).*

Gelatines	0,345%
Zetmelen	0,058%
Dextranen	0,273%
Albumine	0,099%

met andere colloïden en hebben zeer weinig effect op de bloedstolling, dit in tegenstelling met dextranen.

### *Dextranen*

Het zijn natuurlijke colloïden op basis van glucosepolymeren. Ze zijn commercieel beschikbaar in twee vormen: dextraan 40 met MG van 40.000 kDA, met een groot volume-effect van ongeveer 185% van het geïnfundeerde volume, een COD van 80 mmHg. De gemiddelde werkingsduur bedraagt 4 uren. Dextran 70 met een MG van 70.000 kDA heeft een iets kleiner volume-effect van 120% en een COD van 60 mmHg met een iets langere werkingsduur van 6 tot 8 uren. Dextranen hebben echter een uitgesproken antistollingseffect: vermindering van bloedviscositeit, gedaalde plaatjesadhesie en verhoogde fibrinolyse. Ze induceren een osmotische diurese en kunnen nierfalen veroorzaken: de dextraanmoleculen kunnen zich opstapelen in de tubuli en acute tubulaire obstructie veroorzaken, die bij hypovolemie nog wordt versterkt. Ze verbeteren de perifere bloeddorstroming door de plasma-expansie, de gedaalde bloedviscositeit en het coatingeffect op de endovasculaire wanden waardoor de verkleving van bloedplaatjes vermindert. Tevens is er een daling van factor VIII en een verhoogde fibrinolyse. Ze kunnen een tijdelijke onderdrukking van de immuunrespons uitlokken door opstapeling in het reticulo-endotheliaal systeem (12). Dextraangeïnduceerde anafylactische reacties variëren van 0,069% tot 0,273%. Bij profylaxe door toediening van monovalent hepta-dextraan, die de dextraanreactieve antilichamen ontstaan door immunisatie tegen de polymeren bindt, daalt de incidentie met 75%. In de VS is het een van de meest gebruikte colloïden. In Europa ligt het gebruik laag en de voornaamste indicatie is de profylaxe van arteriële trombose, ischemische ulceratie, arteriële occlusie, vaatconstructie na vrije-lapchirurgie en extra-corporele circulatie.

### *Zetmelen*

Dit zijn synthetische polymeren op basis van amylopectine. Als voornaamste vorm onderscheiden we de zetmelen met hoog MG zoals

HES 450/0.7 (Plasmasteril®) en een MG van 450.000 kDA, alsook de oplossingen met medium MG zoals HES 6% en 10% (Haes-steril® 6% en 10%) met een MG van 200.000 kDA. Oplossingen met een hoog MG hebben een volume-effect van 130% en een relatief lange intravasculaire retentietijd. Dosisafhankelijke coagulopathie met daling van factor VIII en von Willebrandfactor (vWF) en tijdelijke vermindering van bloedplaatjes is het voornaamste neven-effect van de hoog-MG-oplossingen, waardoor ze in Europa niet worden gebruikt als colloïd in traumaresuscitatie, in tegenstelling tot de laag-MG-oplossingen.

Oplossingen met medium MG veroorzaken minder stollingstoornissen onder de maximale dosis van 33 ml/kg/d voor HES 6% en 20 ml/kg/d voor HES 10%. In een recente studie besluiten Via et al. dat de coagulopathie met 15 ml/kg/d HES 6% na een periode van hypovolemische shock enkel te wijten is aan een dilutie-effect (13). HES 6% heeft een volume-effect van 133%, een COD van 36 mmHg en een werkingsduur van 4 uren. HES 10% heeft een volume-effect van 140%, de COD bedraagt 68 mmHg en de werkingsduur ongeveer 4 uren. De afbraaksnelheid is traag. Bij de normale vrijwilliger wordt 46% van de toegediende dosis uitgescheiden in 2 dagen en 64% in 8 dagen (14). Bij nierfalen moet men oppassen omdat er accumulatie in de circulatie en de weefsels optreedt. Bij sepsis is het gebruik van zetmelen een risicofactor voor acuut nierfalen. In een recente studie toonden Schortgen et al. een incidentie van acuut nierfalen van 42% in vergelijking met 23% bij gelatines (15).

Met een incidentie van 0,058% is de anafylaxie beduidend lager dan gelatineoplossingen en dextranen. In Europa zijn ze samen met de gelatines de meest gebruikte colloïden.

### *Albumine*

Als voornaamste vorm kent men de stabiele oplossing voor plasmaproteïnen (SOPP 4,5%). Het volume-effect is ongeveer 90% en de werkingsduur 6 tot 8 uren. De kostprijs ligt beduidend hoger dan de andere colloïden. Ze wordt beschouwd als risicoloos wat betreft transmissie van infectie, hoewel recentelijk bezorgdheid is ontstaan omtrent overdracht van het prion verantwoordelijk voor de nieuwe variant van

de ziekte van Creutzfeldt-Jakob. Het veroorzaakt geen stollingsstoornissen en incidentie van anafylactoïde reacties is laag (0,099%). De 20%-oplossing wordt niet gebruikt bij het volumeherstel van de traumapatiënt. Als voornaamste indicatie van deze vorm geldt het herstel van hypoproteïnemie van diverse oorsprong.

### Hypertone oplossingen

We onderscheiden hypertoon NaCl 7,5% (HS) en hypertoon NaCl 7,5% in dextraan (HSD). Vasser et al. vergeleken de toediening van HS en HSD met isotone kristalloïden voor prehospitaalresuscitatie van traumapatiënten met systolische bloeddruk < 90 mmHg. Bij patiënten met een Glasgow Coma Scale < 8 was de overleving hoger bij resuscitatie met HS en HSD dan bij toediening van isotone crystalloïden (16). Ook Wade et al. analyseerden de data van 6 studies waarbij de overleving het hoogst was bij patiënten die HS kregen als resuscitatievloeistof bij trauma (17). Twee dubbelblindstudies bij prehospitaal traumapatiënten behandeld met HSD toonden een betere overleving bij ernstig CCT. Hypertone zouten gaan snel equilibreren over de hele ECR en gezien de hypertoniciteit zal een shift van intracellulair water naar extracellulair ontstaan, met name naar het interstitium zowel als intravasculair. Indien nog colloïden toegevoegd worden zoals bij HSD, zal de shift van water naar intravasculair nog versterkt worden omwille van de osmotische gradiënt door de hyperoncotische componenten in de oplossing.

Men stelt duidelijke cardiovasculaire effecten vast, namelijk een significante toename in hartdebiet, slagvolume en contractiliteit (18). Toediening van 100 ml bolus van NaCl 7,5% resulteert in een intravasculaire volume-expansie van 270 ml gedurende een 20-tal minuten, met uiteraard risico op congestief hartfalen bij cardiale disfunctie. Acute toxiciteitsstudies toonden geen verwikkelingen, zelfs met hypernatriëmie tot 160 meq/l en hyperosmolaliteit van 350 mOsm/kg na toediening van een dosis die tot 4 maal hoger lag dan de actuele aanbevolen dosis van 3 ml/kg voor NaCl 7,5% (19, 20). Centrale pontiene myelinolyse werd aangetoond bij snelle toediening van HS bij bestaan van chronische hyponatriëmie en brandwondenpatiënten met verlengde hyperosmolaliteit (21, 22).

### Bloedtransfusie

Een restrictief transfusiebeleid is minstens even efficiënt en mogelijk superieur aan liberale transfusie bij de kritiek zieke patiënt. In een recente studie op een intensievezorgeenheid bij patiënten onder 55 jaar of met een „Acute Physiology and Chronic Health Evaluation 2”- (APACHE 2)-score lager dan 20, is de mortaliteit niet verhoogd bij een restrictief transfusiebeleid met hemoglobinstreefwaarden van 7-9 g/dl, actieve coronaire ischemische syndromen evenwel uitgezonderd (23). Dit zijn gegevens bij de kritiek zieke patiënt en actieve bloeding was bij deze studie een exclusie criterium. Ze kunnen bijgevolg niet volledig worden gevalideerd naar resuscitatie van de traumapatiënt wat verder in studieverband zal moeten worden uitgewerkt.

Bij normovolemie zal de afname in bloedviscositeit echter leiden tot een toename van het hartdebiet en zal de weefseloxygenatie verbeteren.

Normovolemische patiënten met een goede cardiopulmonale functie tolereren hemoglobinewaarden tot 5 g/dl (24). Bij hemorragische shock zal de hemoglobineconcentratie uiteraard snel dalen, wat de veiligheidsmarge zeer nauw maakt, zelfs met een blanco cardiovasculaire voorgeschiedenis. Tot nadere gegevens beschikbaar zijn, stelt men 8 g/dl als algemene richtlijn voor (14).

### *Welke vloeistof en hoeveel?*

Wegens gebrek aan sluitende argumentaties omtrent de keuze tussen kristalloïden en colloïden blijft de discussie nog steeds bestaan. Er zijn geen prospectieve gerandomiseerde studies die een verschil in overleving als eindpunt aantonen. Kristalloïden vereisen een grotere volumeinfusie ter correctie van de hypovolemie. In tegenstelling tot colloïden treden geen anafylactoïde reacties op en zijn ze goedkoop (tabel 4). Voorstanders van kristalloïden argumenteren dat er bij een ernstig trauma een depletie is van de hele ECR, d.w.z. zowel intravasculair als interstitieel. Met kristalloïden worden beide ruimten aangevuld zonder evolutie naar longoedeem in het beginstadium (25). De lymfedrainage verhoogt tot 20 maal, waardoor overmatig extravasculair longwater (EVLW) wordt afgeleid. Volgens Goodwin et al. zullen colloïden

TABEL 4  
Gemiddelde prijzen (euro) in België.

SOPP 4,5% 400 ml	45
Geloplasma® 3% 500 ml	4,20
Gelofusine® 4% 500 ml	4,20
Haes steril® 10% 500 ml	12
Haes steril® 6% 500 ml	9,20
Hartmann® 1000 ml	2,60
Glucose 5% 1000 ml	2,20
Rheomacrodex RX1® 500 ml	11,40
NaCl 0,9% 1000 ml	2,15
Mannitol® 20% 500 ml	5,10
Plasmalyte-a® 1000 ml	3,95

het EVLW in vergelijking met kristalloïden nog verhogen na een ernstig trauma: door de capillaire lekken in het kader van „systemic inflammatory respons” (SIRS) in een tweede stadium zullen de colloïden het vasculaire membraan doorbreken en zich in het interstitium verdelen om zo het EVLW te doen toenemen (26).

In een recente Cochrane-review betreffende de keuze tussen kristalloïden en colloïden kwam men tot de volgende opgenomen patiëntengroepen: 641 patiënten in de vergelijking albumine-kristalloïden, 197 patiënten in de vergelijking HES-kristalloïden, 95 patiënten in de vergelijking gelatines-kristalloïden en 668 patiënten in de vergelijking dextranen-kristalloïden (27). Zij besluiten dat meer uitgebreide studies nodig zijn om klinisch significante en relevante verschillen in mortaliteit en morbiditeit aan te tonen.

Volgens voorstanders van colloïden zal de incidentie van longoedeem juist afnemen door colloïdgebruik (28, 29). Zij stellen dat de resuscitatie zich bij levensbedreigende hypovolemie bij hemorrhagische shock moet richten op vloeistoffen die voornamelijk intravasculair blijven. De grote colloïdmoleculen oefenen een oncotische druk uit die de cardiovasculaire integriteit bewaart met veel minder volumetoediening dan kristalloïden. In een meta-analyse door Schierhout en Roberts was resuscitatie met colloïden bij kritiek zieke patiënten geassocieerd met een toegenomen mortaliteit van 4% (30). In een andere studie toonden zij een hogere sterfte van 6% aan bij gebruik van albumine bij kritiek zieke patiënten (31). De patiëntenpopulatie zou echter te heterogeen en te klein zijn geweest, en ze hielden geen rekening met de verschillende soorten colloïden.

Anderen stellen het ontstaan van longoedeem complexer met het vroegtijdig ontstaan

ervan bij kristalloïdgebruik en een constante toename van EVLW enkele uren na gebruik van colloïden.

*In de huidige aanpak van vochtherstel bij traumapatiënten in België* wordt een combinatie van kristalloïden en colloïden gebruikt. Na bloeding zal eerst een netto waterflow ontstaan van interstitieel naar intravasculair, terwijl het intracellulaire volume ongewijzigd blijft. Beide ruimten dienen dus te worden aangevuld en dit wordt best opgevangen door combinatietoediening. De toegediende colloïden zullen ook niet volledig intravasculair blijven, zelfs bij patiënten zonder capillair lek. Bij een ernstig trauma zal zich snel SIRS ontwikkelen, waardoor microcirculatoire lekken ontstaan. Een grote hoeveelheid van de colloïden zal naar het interstitium migreren. De hoeveelheid wordt bepaald door het MG en de grootte van het lek. De betere intravasculaire retentie van colloïden bepaalt dan ook de rationele keuze van colloïden in geval van acute hypotensie waar snel volume-expansie noodzakelijk is. In een volgend stadium met ontstaan van capillaire lekken is het klinisch voordeel van colloïden t.o.v. kristalloïden twijfelachtig.

Het gebruik van gelatineoplossingen ligt hoog in Europa. De werkingsduur is echter korter dan andere colloïden, maar dit is voor veel klinici een praktisch voordeel aangezien liberale hoeveelheden gedurende de initiële resuscitatie kunnen worden toegediend.

Gezien de ruime keuze aan evenwaardige en goedkopere colloïden, is er geen indicatie voor toediening van SOPP 4,5%, uitgezonderd voor pediatrische resuscitatie (14).

Hypertone kristalloïden en HSD zijn theoretisch interessant aangezien slechts kleine hoeveelheden nodig zijn voor een groot volume-effect, snel herstel van hemodynamiek en evidentie voor verbeterde microcirculatie. Veel studies toonden een trend naar toegenomen overleving. Aangezien het gebruik bij trauma-resuscitatie echter nog niet is gedefinieerd, zijn ze voorlopig nog niet in gebruik in de praktijk en is verder klinisch onderzoek vereist.

## Besluit

Omtrent het tijdstip wanneer met vochtherstel te starten blijft discussie bestaan. Er is echter algemene overeenstemming dat normovolemie een prioriteit vormt zodra de bloeding

onder controle is. In dit stadium is de keuze van de vloeistof ondergeschikt aan het juiste volume en wordt anemie beter verdragen dan hypovolemie. Er zijn geen sluitende gegevens die een grotere overleving met één specifieke resuscitatievloeistof aantonen.

Het gebruik van minimaal volumeherstel, zelfs bij ongecontroleerde bloeding, hangt uiteraard af van de mogelijkheid tot snelle identificatie van hemorrhagische shock en vlugge chirurgische correctie. Lange prehospitaltijden vormen een dilemma. Het is verkeerd om in alle situaties het traditionele agressieve vochtherstel te vervangen door minimale vochttoediening met permissieve hypotensie. Een absolute contra-indicatie hiervoor is het polytrauma met craniocerebraal trauma. Hypertone zouten zouden hier mogelijk de mortaliteit doen dalen, maar het empirisch gebruik bij traumaopvang is nog niet gedefinieerd (33).

Ten slotte is vochtherstel slechts een onderdeel in de aanpak van het traumaslachtoffer.

Snelle en adequate chirurgische correctie van de bloeding blijft één van de hoekstenen in de therapeutische aanpak van de traumapatiënt.

## Abstract

### Fluid resuscitation in trauma

Fluid replacement in uncontrolled hemorrhagic shock may be harmful, except in traumatic brain injury.

Regarding the optimal treatment of hemorrhage in traumapathients, there is still no consensus. Quite a number of trials support different types of fluids. The published data though cannot convincingly demonstrate a survival benefit with a particular type of fluid.

The debate continues but, until now, the optimal management for hemorrhagic shock appears to be a combination of crystalloids and colloids.

## LITERATUUR

1. American College of Surgeons, Committee on Trauma. Advanced Trauma Life Support Program for Physicians. Chicago: American College of Surgeons, 1989.
2. CANNON WB, FRASER, COWELL EM. The preventative treatment of wound shock. *J Am Med Assoc* 1918; 47: 618-621.
3. WANGENSTEEN SL, LUDEWIG RM. Bleeding and blood pressure. *Am J Surg* 1969; 118: 413-414.
4. BICKELL WH, SHAFTAN GW, MATTOX KL. Intravenous fluid administration and uncontrolled hemorrhage. *J Trauma* 1989; 29: 409.
5. RABINOVICI R, KRAUSZ MM, FEUERSTEIN G. Control of bleeding is essential for successful treatment of haemorrhagic shock with 7.5 percent sodium chloride solution. *Surg Gynaecol Obstet* 1991; 173: 98-106.
6. BICKELL WH, BRUTTIG SP, MILLNAMOW GA, O'BENAR J, WADE CE. Use of hypertonic saline/dextran versus lactated Ringer's solution as a resuscitation fluid after uncontrolled aortic haemorrhage in anaesthetised swine. *Ann Emerg Med* 1992; 21: 1077-1085.
7. STERN SA, DRONEN SC, BIRNER P, WANG X. Effect of blood pressure on haemorrhage volume and survival in a near fatal hemorrhage model incorporating a vascular injury. *Ann Emerg Med* 1993; 22: 155-163.
8. VOLLMAR B, PREISSLER G, MENDER MD. Small-volume resuscitation restores haemorrhage-induced microcirculatory disorders in rat pancreas. *Crit Care Med* 1996; 24: 444-450.
9. MARTIN RR, BICKELL WH, PEPE PE, BURCH JM, MATTOX KL. Prospective evaluation of preoperative fluid resuscitation in hypotensive patients with penetrating truncal injury: a preliminary report. *J Trauma* 1992; 33: 354-362.
10. BICKELL WH, WALL MJ, PEPE PE, et al. Immediate versus delayed fluid resuscitation for hypotensive patients with penetrating torso injuries. *N Engl J Med* 1994; 331: 1105-1109.
11. SHACKFORD SR, MACKERSIE RC, DAVIS JW, WOLF PL, HOYT DB. Epidemiology and pathology of traumatic deaths occurring in a Level I Trauma Centre in a regionalised system: the importance of secondary brain injury. *J Trauma* 1989; 29: 1392-1397.
12. MYERS C. Fluid resuscitation. *Eur J Emerg Med* 1997; 4: 224-232.
13. VIA D, KAUFMANN C, ANDERSON D, STANTON K, RHEE P. Effect of hydroxyethyl starch on coagulopathy in a swine model of hemorrhagic shock resuscitation. *J Trauma* 2001; 50: 1076-1082.
14. NOLAN J. Fluid replacement. *Br Med Bull* 1999; 55: 821-843.
15. SCHORTGEN F, LACHERADE JC, BRUNEEL F, et al. Effects of hydroxyethylstarch and gelatine on renal function in severe sepsis: a multicentre randomised study. *Lancet* 2001; 357: 911-916.
16. VASSAR MJ, FISCHER RP, O'BRIEN PE, et al. A multicenter trial for resuscitation of injured patients with 7.5% sodium chloride. The effect of added dextran 70. The Multicenter Group for the Study of Hypertonic Saline in Trauma Patients. *Arch Surg* 1993; 128: 1003-1013.
17. WADE CE, KRAMER GC, GRADY JJ, FABIAN TC, YENNES RN. Efficacy of hypertonic 7.5% saline and 6% dextran-70 in treating trauma: a meta-analysis of controlled clinical studies. *Surgery* 1997; 122: 609-616.
18. QURESHI AI, SUAREZ JI. Use of hypertonic saline solutions in treatment of cerebral oedema and intracranial hypertension. *Crit Care Med* 2000; 28: 3301-3311.

19. SHACKFORD SR, FORTLAGE DA, PETERS RM, HOLLINGSWORTH-FRIDLUND P, SISE MJ. Serum osmolar and electrolyte changes associated with large infusions of hypertonic sodium lactate for intravascular volume expansion of patients undergoing aortic reconstruction. *Surg Gynecol Obstet* 1987; *164*: 127-136.
20. VASSAR MJ, PERRY CA, HOLCROFT JW. Analysis of potential risk associated with 7.5% sodium chloride resuscitation of traumatic shock. *Arch Surg* 1991; *125*: 1309-1315.
21. LAURENO R. Central pontine myelinolysis following rapid correction of hyponatremia. *Ann Neurol* 1983; *13*: 232-242.
22. MCKEE AC, WINKELMAN MD, BANKER BQ. Central pontine myelinolysis in severely burned patients: relationship to serum hyperosmolality. *Neurology* 1988; *38*: 1211-1217.
23. HEBERT PC, WELLS G, BLAJCHMAN MA, et al. A multicenter, randomised, controlled clinical trial of transfusion requirements in critical care. Transfusion Requirements in Critical Care Investigators, Canadian Critical Care Trials Group. *N Engl J Med* 1999; *340*: 409-417.
24. WEISKOPF RB, VIELE MK, FEINER J, et al. Human cardiovascular and metabolic response to acute, severe isovolemic anaemia. *JAMA* 1998; *279*: 217-221.
25. LOWE RJ, MOSS GS, JILEK J, LEVINE HD. Crystalloid versus colloid in the etiology of pulmonary failure after trauma: a randomised trial in man. *Surgery* 1977; *81*: 676-683.
26. GOODWIN CW, DORETHY J, LAM V, PRUITT BA. Randomized trial of efficacy of crystalloid and colloid resuscitation on hemodynamic response and lung water following thermal injury. *Ann Surg* 1983; *197*: 520-531.
27. ALDERSON P, SCHIERHOUT G, ROBERTS I, BUNN F. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2000; *2*: CD000567.
28. RACKOW EC, FALK JL, FEIN A, et al. Fluid resuscitation in circulatory shock: a comparison of the cardiorespiratory effects of albumin, hetastarch, and saline solutions in patients with hypovolemic and septic shock. *Crit Care Med* 1983; *11*: 839-850.
29. MODIG J. Effectiveness of dextran 70 versus Ringers' acetate in traumatic shock and adult respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 1983; *11*: 454-457.
30. SCHIERHOUT G, ROBERTS I. Fluid resuscitation with colloid or crystalloid solutions in critically ill patients: a systematic review of randomised trials. *BMJ* 1998; *316*: 961-964.
31. Cochrane Injuries Group Albumin reviewers. Human albumin administration in critically ill patients: systematic review of randomised controlled trials. *BMJ* 1998; *317*: 235-240.
32. LAXENAIRE MC, CHARPENTIER C, FELDMAN L. Anaphylactoid reactions to colloid plasma substitutes: incidence, risk factors, and mechanisms. A French multicenter prospective study. *Ann Fr Anesth Reanim* 1994; *13*: 301-310.
33. DOYLE J, DAVIS D, HOYT D. The use of hypertonic saline in the treatment of traumatic brain injury. *J Trauma* 2001; *50*: 367-383.